

Pendayagunaan Linear Air Track untuk Percobaan Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan

**Tjondro Indrasutanto
Tanti Yunitasari**

Abstrak. Dalam pelaksanaan percobaan gerak lurus di laboratorium, seringkali ditemui perhitungan yang rumit karena adanya gesekan. Untuk menghindari kerumitan tersebut, perlu suatu alat yang dapat mengurangi gaya gesekan yang terjadi. Alat tersebut adalah Linear Air Track. Linear Air Track merupakan suatu alat yang menyediakan lintasan lurus, sehingga dapat digunakan untuk percobaan gerak lurus. Alat ini dilengkapi dengan blower untuk mengurangi gaya gesekan itu. Pada percobaan gerak lurus, Linear Air Track akan didayagunakan dengan dua cara, yaitu cara foto elektrik dan cara fotografi. Tetapi apakah kedua cara tersebut dapat menunjukkan jenis gerak lurus dari sebuah benda yang melaju, yaitu gerak lurus beraturan atau gerak lurus berubah beraturan. Kedua cara tersebut dapat digunakan untuk menentukan jenis gerak lurus, apabila dari data jarak dan waktu yang didapat, menghasilkan grafik kedudukan (x) terhadap waktu (t) yang sesuai dengan teori gerak lurus. Untuk menguji kecocokan garis dengan titik pencar yang didapat dari data, maka dapat dilihat dari koefisien korelasinya (R). Semakin R mendekati 1, maka semakin cocok garis dengan titik pencar yang didapat dari data. Dan untuk mengetahui batasan minimum cocok tidaknya garis dengan titik pencar, maka akan di uji dengan menggunakan uji R dan uji F . Dari hasil percobaan, koefisien korelasi (R) dari cara foto elektrik adalah 0.99975, 0.99925, 0.998749, 1, 1 dan dari cara fotografi adalah 0.9998, 0.99995, 0.99995. Hasil yang didapatkan sangat mendekati 1 bahkan ada yang sempurna bernilai 1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa cara foto elektrik dan cara fotografi dapat digunakan untuk menentukan jenis gerak lurus suatu benda yang sedang melaju.

Kata kunci : Linear Air Track, Gerak Lurus Beraturan, Gerak Lurus Berubah Beraturan.

Pendahuluan

Dalam pembelajaran fisika, tujuan pembelajaran yang diharapkan akan lebih mudah dicapai jika siswa tidak hanya belajar secara teoritis saja, tetapi juga mengadakan pembuktian suatu teori melalui penelitian laboratorium. Di laboratorium, terdapat alat-alat praktikum yang digunakan untuk mempelajari suatu pokok bahasan tertentu. Satu contoh pokok bahasan yang dapat dipelajari di laboratorium adalah tentang gerak lurus. Pada peristiwa gerak, selalu terjadi peristiwa gesekan, misal: gesekan antara kaki dengan lantai, ban dengan tanah. Dengan adanya gesekan tersebut, seringkali membuat perhitungan atau pengukuran

menjadi lebih sulit atau bahkan membuat hasil yang diperoleh jauh dari kesesuaian.

Berdasarkan uraian seperti di atas, maka penulis tertarik membuat suatu percobaan untuk mempelajari gerak lurus dengan menggunakan Linear Air Track. Linear Air Track adalah suatu alat yang menyediakan lintasan lurus dan mempunyai keunggulan dibandingkan dengan alat-alat praktikum gerak lurus lainnya, yaitu gerakannya yang stabil dan bebas gesekan antara benda dengan lintasannya (Griffin and George Ltd). Bebas gesekan dari alat Linear Air Track ini karena adanya blower yang mendorong benda ke atas, sehingga benda mengambang diatas lintasan (track). Dalam percobaan ini, penulis akan menggunakan dua cara, yaitu cara foto elektrik dan cara fotografi. Judul yang diambil oleh penulis adalah “Pendayagunaan Linear Air Track untuk percobaan Gerak Lurus Beraturan dan Gerak Lurus Berubah Beraturan”.

Landasan Teori

Kinematika Gerak Lurus

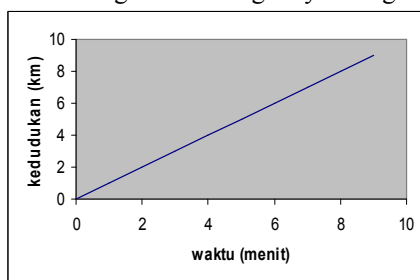
Pembahasan mengenai gerakan dibedakan menjadi dua bagian besar, yaitu kinematika dan dinamika. Kinematika berisi pembahasan tentang gerakan benda tanpa mempertimbangkan penyebab gerakan tersebut. Sedangkan dinamika berisi pembahasan tentang gerakan benda dengan memperhatikan penyebab gerakan benda tersebut, yaitu gaya. Pembahasan ini dibatasi pada kinematika gerak lurus khususnya pada gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan.

Gerak Lurus Beraturan.

Gerak lurus beraturan didefinisikan sebagai gerak suatu benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya tetap. Kecepatan tetap artinya baik besar maupun arahnya tetap. Untuk kecepatan rata-rata, perpindahan, dan selang waktu dapat dinyatakan hubungannya sebagai

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} \dots\dots\dots (1)$$

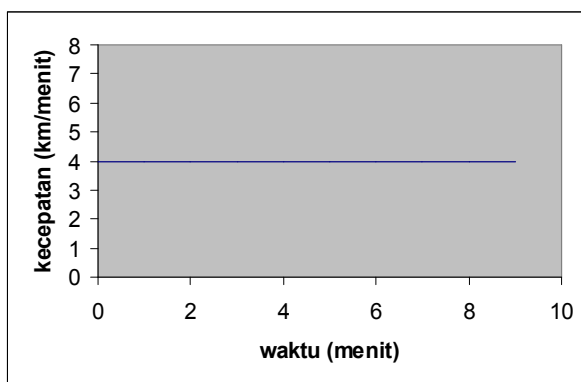
dapat dilukiskan grafik hubungannya sebagai berikut:



Gambar 1.

Grafik Kedudukan terhadap Waktu dari Suatu Gerak Lurus Beraturan.

Dari gambar 1, garis miring yang terbentuk menyatakan kecepatan tetap dari gerak lurus beraturan. Semakin curam garis miring, semakin besar kecepatannya. Karena dalam gerak lurus beraturan kecepatan adalah konstan, maka kecepatan rata-rata sama dengan kecepatan sesaat. Dengan demikian, hubungan antara kecepatan dan waktu dapat dilukiskan dengan grafik berikut:



Gambar 2.

Grafik Hubungan antara Kecepatan dan Waktu dari Suatu Gerak Lurus Beraturan.

Gerak Lurus Berubah Beraturan

Gerak lurus berubah beraturan didefinisikan sebagai gerak suatu benda yang lintasannya lurus dan percepatannya tetap. Percepatan tetap artinya baik besar maupun arahnya tetap.

Percepatan rata-rata didefinisikan sebagai hasil perubahan kecepatan dengan selang waktu yang dibutuhkan untuk perubahan kecepatan, ditulis

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad \text{---} \quad a = \frac{v - v_0}{t - t_0}$$

Jika ditetapkan keadaan awal adalah keadaan dimana $t_0 = 0$, maka persamaan diatas menjadi

$$a = \frac{v - v_0}{t - 0} \quad \text{---} \quad a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$v = v_0 + a.t \dots\dots\dots (2)$$

Pada persamaan (1) didapat $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

$$\Delta x = \bar{v}.t \dots\dots\dots (3)$$

Untuk Gerak Lurus Berubah Beraturan, kecepatan rata-rata adalah nilai tengah dari kecepatan awal (v_0) dan kecepatan akhir (v)

$$\bar{v} = \frac{1}{2}(v_0 + v) \dots\dots\dots (4)$$

Jika disubstitusikan ke persamaan (3), maka:

$$\Delta x = \bar{v}.t = \frac{1}{2}(v_0 + v)t \quad \text{---} \quad \Delta x = \frac{1}{2}[v_0 + (v_0 + a.t)]t$$

$$\Delta x = v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2 \dots\dots\dots (5)$$

Substitusi $\Delta x = x - x_0$ ke persamaan (5)

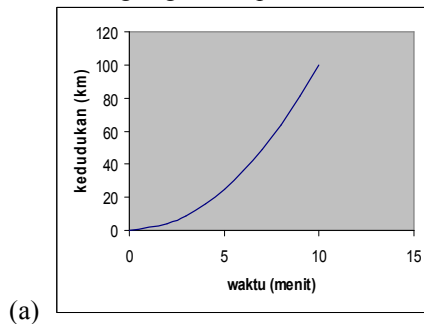
$$x - x_0 = v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2$$

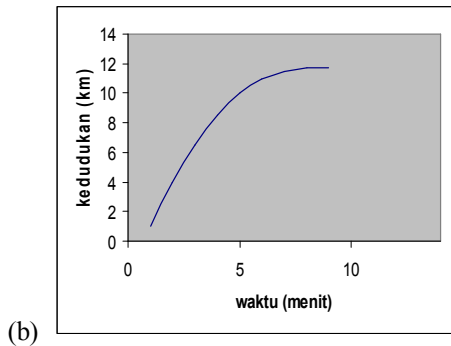
$$x = x_0 + v_0.t + \frac{1}{2} a.t^2 \dots\dots\dots (6)$$

Mensubstitusi $t = \frac{v - v_0}{a}$ dari persamaan (2) ke dalam persamaan (4)

$$\begin{aligned} \Delta x &= v_0 \left(\frac{v - v_0}{a} \right) + \frac{1}{2} a \left(\frac{v - v_0}{a} \right)^2 \\ &= \frac{v_0 v - v_0^2}{a} + \frac{a}{2} \left(\frac{v^2 + v_0^2 - 2v_0 v}{a^2} \right) \\ &= \frac{2v_0 v - 2v_0^2}{2a} + \frac{v^2 + v_0^2 - 2v_0 v}{2a} \\ \Delta x &= \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \\ v^2 &= v_0^2 + 2a.\Delta x \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

Untuk gerak lurus berubah beraturan, hubungan antara kedudukan dan waktu dapat dilukiskan dengan grafik seperti di bawah ini:

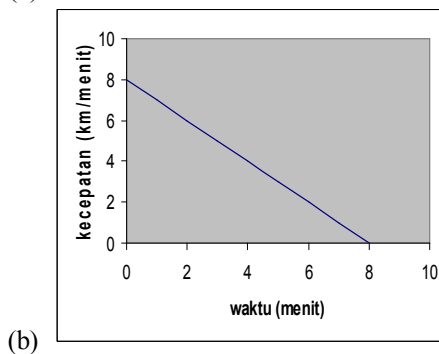
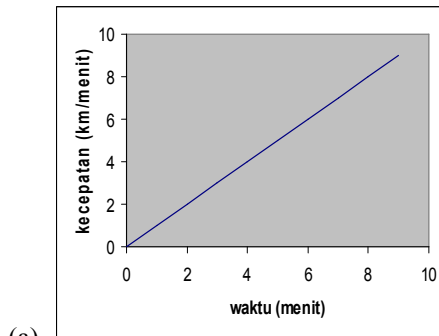




Gambar 3.

(a) Grafik kedudukan terhadap waktu dari suatu gerak lurus berubah beraturan dipercepat. (b) Grafik kedudukan terhadap waktu dari suatu gerak lurus berubah beraturan diperlambat.

Sedangkan hubungan antara kecepatan dan waktu dilukiskan dengan grafik seperti di bawah ini:



Gambar 4.

(a) Grafik kecepatan terhadap waktu dari suatu gerak lurus berubah beraturan dipercepat. (b) Grafik kecepatan terhadap waktu dari suatu gerak lurus berubah beraturan diperlambat.

Linear Air Track

Linear Air Track adalah sebuah alat yang menyediakan lintasan lurus dan menggunakan udara untuk meminimalisasikan gesekan bahkan dapat dikatakan bebas gesekan antara benda dengan lintasannya. Salah satu keuntungan dari alat ini adalah tingkat kestabilan gerak benda yang berjalan sepanjang lintasan sehingga memiliki tingkat akurasi yang tinggi. Bagian-bagian dan alat penunjang dari Linear Air Track yang digunakan oleh peneliti untuk percobaan gerak lurus adalah sebagai berikut:

1. Vehicles
Vehicles merupakan benda yang digunakan pada lintasan Linear Air Track. Vehicles tersebut terbuat dari campuran aluminium dan mempunyai dua ukuran, yaitu vehicles besar dengan massa 0,4 kg dan vehicles kecil dengan massa 0,2 kg. Vehicles mempunyai keuntungan yaitu, gerakan bebas gesekan vehicles terlihat lebih stabil dan melekat pada lintasan. Selain kuat, vehicles juga tahan terhadap benturan keras dan peningkatan panas.
2. Lintasan Lurus
Lintasan lurus ini terbuat dari bahan aluminium. Sepanjang permukaan lintasan terdapat lubang-lubang dengan jarak antar lubang dirancang pada ukuran tertentu. Lubang –lubang tersebut merupakan tempat keluarnya udara pada waktu Linear Air Track dinyalakan. Udara yang keluar membuat benda (vehicles) dapat bergerak bebas gesekan sepanjang permukaan lintasan. Pada kedua ujung lintasan terdapat lubang seperti pipa yang digunakan sebagai tempat mengalirkan udara dari sumber.
3. Blower
Blower digunakan sebagai sumber udara. Blower dihubungkan pada pipa Linear Air Track dan ujung satunya harus ditutup dengan karet penutup (katup). Jika tekanan blower sangat tinggi, vehicles dapat terangkat terlalu tinggi dan kemungkinan membuatnya tidak stabil. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan katup pengatur tekanan yang ada di Linear Air Track.
4. Photoelectric Timing
Photoelectric Timing menggunakan *digital timer scaler* dan *frequency meter* yang dihubungkan dengan alat sensornya sehingga dapat merekam waktu yang diperlukan benda untuk menempuh jarak tertentu secara otomatis.
5. Stroboscope / lampu strobo
Stroboscope merupakan lampu yang dapat memberikan efek buka-tutup atau nyala-mati. Sehingga dalam prakteknya tidak diperlukan lampu proyektor dan alat buka-tutupnya. Cukup dengan menggunakan lampu strobo.

6. Kamera

Kamera yang digunakan jenis kamera 35 mm dengan memiliki fasilitas khusus yang bisa menahan bukaan lensa selama beberapa saat (cukup lama), dan memiliki lensa berfokus kurang lebih 1 m.

Linear Air Track masih dilengkapi berbagai aksesoris lain, yang bisa didayagunakan untuk percobaan-percobaan yang lain. Beberapa aksesoris tersebut adalah sebagai berikut: (1) buffers magnetic, (2) catapults kecil, (3) buffers plastic, (4) buffers baja, (5) cord elastic, (6) batang plastik 150 x 4 mm (panjang x diameter), (7) tali elastic, (8) jarum, (9) cards putih, dan (11) karet strand, panjang 5m.

Linear Air Track akan lebih dapat didayagunakan, jika aksesoris yang dimilikinya dipadupadankan dengan alat-alat penunjang yang lain untuk dapat menciptakan percobaan yang lebih bervariasi.

Metodologi

Alat - alat yang digunakan :

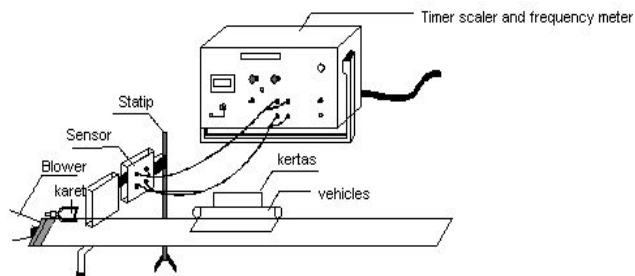
Alat - alat yang dipergunakan dalam percobaan ini adalah: (1) seperangkat Linear Air Track, (2) blower, (3) lampu strobo, (4) kamera, (5) karet gelang, (6) digital timer scaler dan frequency meter, (7) penggaris, (8) statip, (9) waterpas (10) kertas karton berukuran: - 5 cm x 8 cm, - 20 cm x 8 cm, - 8 cm x 8 cm, - 23 cm x 8 cm, - 11 cm x 8 cm, - 26 cm x 8 cm, - 14 cm x 8 cm, dan - 29 cm x 8 cm, dan (11) kertas aluminium digulung seperti sedotan dengan diameter kira-kira 0,4 cm dan panjangnya 15 cm.

Pelaksanaan Percobaan dan Pengamatan

Percobaan Fotoelektrik

A. Gerak lurus beraturan

1. Merangkai alat seperti gambar dibawah ini



Gambar 5.

Rangkaian Percobaan Linear Air Track dengan cara Fotoelektrik

2. Lintasan diatur agar benar-benar lurus dengan bantuan waterpass
3. Menjepit kertas berukuran 5 cm x 8 cm pada vehicles. Kemudian menyalakan blower, dan tarik sedikit vehicles

- pada karet yang dipasang pada ujung lintasan, lalu melepaskan vehicles.
4. Mencatat data waktu yang tertera pada *digital timer scaler* dan *frequency meter*.
 5. Mengulangi percobaan 3 dan 4 sebanyak 5 kali (tx). Kemudian menghitung waktu rata-ratanya (t).
 6. Mengulangi percobaan 3 sampai 5 dengan ukuran kertas selanjutnya hingga kertas yang berukuran 32 cm x 8 cm dan dengan penarikan vehicles pada karet sama seperti penarikan pertama.
 7. Mengulangi percobaan 3 sampai 6 dengan penarikan sedikit kuat.
 8. Mengulangi percobaan 3 sampai 6 dengan penarikan yang lebih kuat.

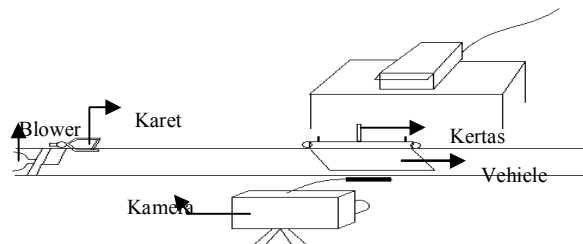
B. Gerak lurus berubah beraturan

9. Sedikit memiringkan lintasan dengan memutar salah satu kaki lintasan.
10. Untuk gerak lurus berubah beraturan dipercepat, melakukan percobaan 3 sampai 6 dengan jalannya gerakan benda mengikuti kemiringan lintasan.
11. Untuk gerak lurus berubah beraturan diperlambat, melakukan percobaan 3 sampai 6 dengan jalannya gerakan benda melawan kemiringan lintasan.

Percobaan Fotografi

A. Gerak lurus beraturan

1. Merangkai alat seperti gambar dibawah ini



Gambar 6.
Rangkaian Percobaan Linear Air Track dengan cara
Fotografi

2. Lintasan diatur agar benar-benar lurus dengan bantuan waterpass.
3. Mengatur posisi dan fokus kamera, agar dapat mengambil gambar dengan jarak tempuh yang diinginkan. Menempelkan kertas dengan panjang 3 cm pada besi dibelakang lintasan sebagai guna untuk skala perbandingan foto dengan ukuran sebenarnya.

4. Menyalakan blower dan lampu strobo. Menarik vehicles pada karet, lalu dilepaskan. Kemudian melakukan pemotretan.

B. Gerak lurus berubah beraturan

5. Sedikit memiringkan lintasan dengan memutar salah satu kaki lintasan.
6. Untuk gerak lurus berubah beraturan dipercepat, melakukan percobaan 4 dengan jalannya gerakan benda mengikuti kemiringan lintasan.
7. Untuk gerak lurus berubah beraturan diperlambat, melakukan percobaan 4 dengan jalannya gerakan benda melawan kemiringan lintasan.
8. Cuci cetak film. Setelah dicetak, foto diamati dan diukur jarak tiap garis atau jejak yang terbentuk (x_f). Kemudian dikalikan dengan skalanya (x_s). Lalu mengukur jarak tempuhnya (x).

Prosedur Pelaksanaan Eksperimen

Data-data penelitian ini diperoleh melalui prosedur sebagai berikut:

- A. Percobaan dengan menggunakan fotoelektrik:
 1. Merangkai alat seperti pada gambar 5.
 2. Melaksanakan percobaan
 3. Data percobaan dimasukan dalam tabel yang tersedia.
 4. Membuat grafik hubungan $x - t$ dengan menggunakan excel.
- B. Percobaan dengan menggunakan fotografi
 1. Merangkai alat seperti pada gambar 6.
 2. Melaksanakan percobaan.
 3. Klise dicetak. Foto diamati dan diukur jarak tiap garis yang terbentuk. Jarak tiap garis yang telah diukur dikalikan dengan skalanya.
 4. Data percobaan dimasukkan dalam tabel yang telah tersedia.
 5. Membuat grafik hubungan $x - t$ dengan menggunakan excel.
- C. Tahap analisis dan kesimpulan.
 1. Menganalisis data percobaan.
 2. Menarik kesimpulan dari hasil analisis data.

Teknik Analisis Data

Dari data yang diperoleh dianalisa dengan menggunakan uji R untuk grafik gerak lurus beraturan, dan uji F untuk grafik gerak lurus berubah beraturan.

- A. Uji R
 1. Merumuskan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_A)
 - $H_0 : R = 0$; artinya, tidak ada kecocokkan antara kurva model garis dengan titik pencar yang diperoleh dari data.
 - $H_A : R \neq 0$; artinya, ada kecocokkan antara kurva model garis dengan titik pencar yang diperoleh dari data .
 2. Mencari R_{tabel} .

3. Menetapkan daerah kritis atau daerah penolakan H_0
 - H_0 diterima bila $R_h < R_{\text{tabel}}$.
 - H_0 ditolak bila $R_h \geq R_{\text{tabel}}$.
4. Mencari R_h dengan mengakar koefisien determinasi dari grafik (R^2)
5. Menarik kesimpulan.

B. Uji F

1. Merumuskan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_A)
 - $H_0 : R = 0$; artinya, tidak ada kecocokan antara kurva model parabola dengan titik pencar yang diperoleh dari data.
 - $H_A : R \neq 0$; artinya, ada kecocokan antara kurva model parabola dengan titik pencar yang diperoleh dari data.
2. Mencari F tabel.
3. Menetapkan daerah kritis atau daerah penolakan H_0
 - H_0 diterima bila $F_h < F_{\text{tabel}}$
 - H_0 ditolak bila $F_h \geq F_{\text{tabel}}$.
4. Mencari F_h dengan menggunakan persamaan:

$$F_h = \frac{R^2/k}{(1-R^2)/(N-k-1)} \dots\dots\dots (8)$$

dengan :

F_h : F hitung
 R^2 : koefisien determinasi
 k : derajat pembilang
 N : banyaknya data

5. Menarik kesimpulan.

Hasil Pengamatan

Dari percobaan yang telah dilakukan, didapatkan hasil percobaan sebagai berikut:

Cara Fotoelektrik

I. Untuk GLB

a. Tarikan pertama

No	x (cm)	tx (s)					t (s)
		t1	t2	t3	t4	t5	
1	5	0.318	0.321	0.321	0.323	0.323	0.321
2	8	0.518	0.515	0.518	0.516	0.519	0.517
3	11	0.706	0.708	0.707	0.711	0.703	0.707
4	14	0.901	0.899	0.894	0.903	0.898	0.899
5	17	1.083	1.082	1.088	1.085	1.084	1.084
6	2	1.275	1.279	1.271	1.268	1.278	1.274
7	23	1.445	1.466	1.446	1.464	1.523	1.469
8	26	1.655	1.666	1.689	1.658	1.676	1.669
9	29	1.88	1.906	1.851	1.889	1.894	1.884
10	32	2.118	2.105	2.087	2.065	2.086	2.092

b. Tarikan kedua

No	x (cm)	tx (s)					t (s)
		t1	t2	t3	t4	t5	
1	5	0.174	0.176	0.174	0.173	0.173	0.174
2	8	0.283	0.285	0.281	0.284	0.283	0.283
3	11	0.385	0.389	0.383	0.385	0.383	0.385
4	14	0.496	0.496	0.492	0.496	0.494	0.495
5	17	0.603	0.604	0.607	0.604	0.605	0.605
6	2	0.698	0.705	0.701	0.703	0.701	0.702
7	23	0.809	0.816	0.809	0.813	0.809	0.811
8	26	0.934	0.933	0.94	0.935	0.937	0.936
9	29	1.039	1.039	1.046	1.044	1.056	1.045
10	32	1.169	1.197	1.169	1.165	1.18	1.176

c. Tarikan ketiga

No	x (cm)	tx (s)					t (s)
		t1	t2	t3	t4	t5	
1	5	0.108	0.106	0.106	0.106	0.107	0.107
2	8	0.169	0.17	0.171	0.172	0.17	0.17
3	11	0.23	0.233	0.229	0.23	0.229	0.23
4	14	0.293	0.293	0.294	0.293	0.292	0.293
5	17	0.355	0.357	0.356	0.354	0.359	0.356
6	2	0.418	0.417	0.415	0.416	0.419	0.417
7	23	0.485	0.489	0.501	0.484	0.493	0.49
8	26	0.543	0.563	0.554	0.553	0.552	0.553
9	29	0.621	0.627	0.618	0.617	0.622	0.621
10	32	0.699	0.712	0.713	0.71	0.712	0.709

II. Untuk GLBB

a. GLBB dipercepat

No	x (cm)	tx (s)					t (s)
		t1	t2	t3	t4	t5	
1	5	0.158	0.158	0.158	0.157	0.159	0.158
2	8	0.254	0.253	0.253	0.254	0.253	0.253
3	11	0.342	0.341	0.342	0.342	0.342	0.342
4	14	0.429	0.43	0.43	0.43	0.429	0.43
5	17	0.514	0.515	0.515	0.514	0.514	0.514
6	2	0.597	0.597	0.598	0.598	0.598	0.598
7	23	0.677	0.678	0.676	0.678	0.678	0.677
8	26	0.757	0.76	0.759	0.758	0.758	0.758
9	29	0.834	0.837	0.834	0.836	0.833	0.835
10	32	0.913	0.913	0.911	0.912	0.91	0.912

b. GLBB diperlambat

No	x (cm)	tx (s)					t (s)
		t1	t2	t3	t4	t5	
1	5	0.107	0.106	0.106	0.107	0.106	0.106
2	8	0.174	0.174	0.173	0.174	0.173	0.174
3	11	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
4	14	0.309	0.31	0.307	0.307	0.308	0.308
5	17	0.375	0.376	0.376	0.377	0.375	0.376
6	2	0.448	0.448	0.449	0.448	0.446	0.448
7	23	0.518	0.515	0.516	0.516	0.518	0.517
8	26	0.595	0.591	0.59	0.589	0.588	0.591
9	29	0.67	0.666	0.668	0.668	0.67	0.668
10	32	0.742	0.742	0.741	0.741	0.74	0.741

Cara Fotografi

I. Untuk GLB

No	x _f (cm)	x _s (cm)	x (cm)	t (satuan)
1	0.94	11.28	11.28	1
2	0.85	10.2	21.48	2
3	0.85	10.2	31.68	3
4	1	12	43.68	4
5	0.95	11.4	55.08	5
6	0.97	11.64	66.72	6
7	0.9	10.8	77.52	7
8	0.88	10.56	88.08	8
9	0.89	10.68	98.76	9
10	0.85	10.2	108.96	10
11	0.87	10.44	119.4	11

II. Untuk GLBB

a. GLBB dipercepat

No	x_f (cm)	x_s (cm)	x (cm)	t (satuan)
1	0.55	6.6	6.6	1
2	0.6	7.2	13.8	2
3	0.64	7.68	21.48	3
4	0.67	8.04	29.52	4
5	0.79	9.5	39.02	5
6	0.74	8.9	47.92	6
7	0.79	9.48	57.4	7
8	0.8	9.6	67	8
9	0.82	9.84	76.84	9
10	0.88	10.56	87.4	10
11	0.89	10.68	98.08	11
12	0.89	10.69	108.77	12
13	0.95	11.4	120.17	13

b. GLBB diperlambat

No	x_f (cm)	x_s (cm)	x (cm)	t (satuan)
1	0.94	11.28	11.28	1
2	0.9	10.8	22.08	2
3	0.79	9.48	31.56	3
4	0.85	10.2	41.76	4
5	0.89	10.68	52.44	5
6	0.8	9.6	62.04	6
7	0.72	8.64	70.68	7
8	0.69	8.28	78.96	8
9	0.69	8.28	87.24	9
10	0.71	8.52	95.76	10
11	0.64	7.68	103.44	11
12	0.59	7.08	110.52	12
13	0.65	7.8	118.32	13
14	0.55	6.6	124.92	14
15	0.55	6.6	131.52	15
16	0.55	6.6	138.12	16

Analisis Data

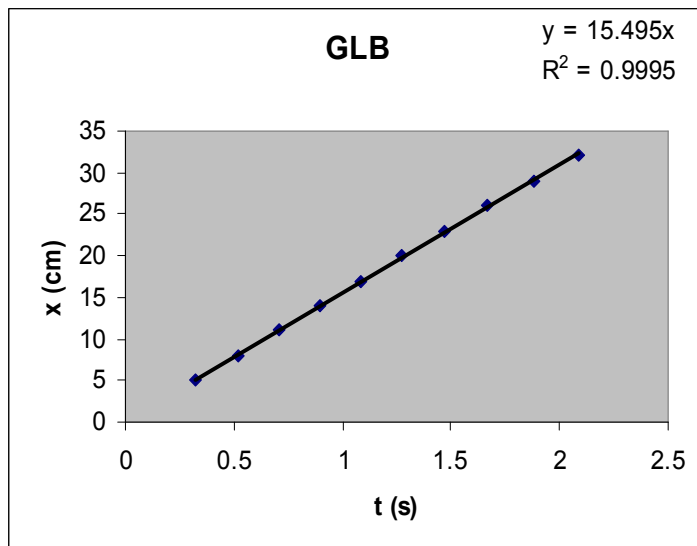
Cara Fotoelektrik

I. Untuk GLB

a. Tarikkan pertama

No	x (cm)	t (s)
1	5	0.321
2	8	0.517
3	11	0.707
4	14	0.899
5	17	1.084
6	20	1.274
7	23	1.469
8	26	1.669
9	29	1.884
10	32	2.092

Dari hasil yang didapat, dapat dibuat grafik hubungan kedudukan terhadap waktu sebagai berikut:



Gambar 7.

Grafik x-t Hasil Percobaan 1 GLB cara Fotoelektrik

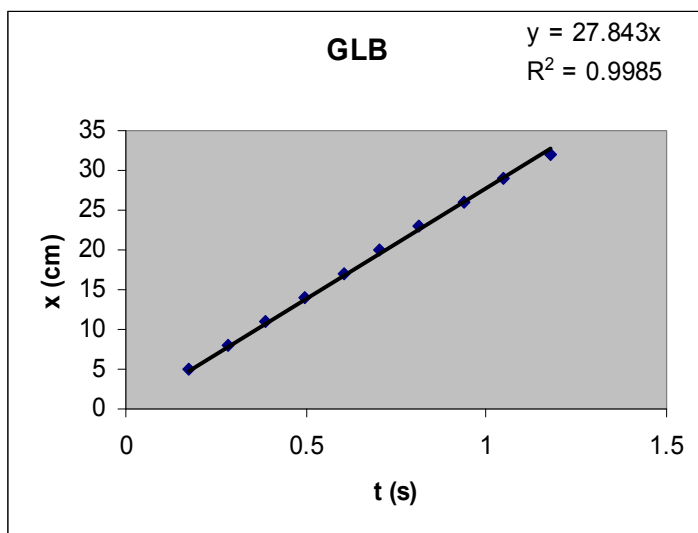
$$R^2 = 0.9995$$

$$R = 0.99975$$

b. Tarikkan kedua

No	x (cm)	t (s)
1	5	0.174
2	8	0.283
3	11	0.385
4	14	0.495
5	17	0.605
6	20	0.702
7	23	0.811
8	26	0.936
9	29	1.045
10	32	1.176

Dari hasil yang didapat, dapat dibuat grafik hubungan kedudukan terhadap waktu sebagai berikut:



Gambar 8.

Grafik x-t Hasil Percobaan 2 GLB cara Fotoelektrik

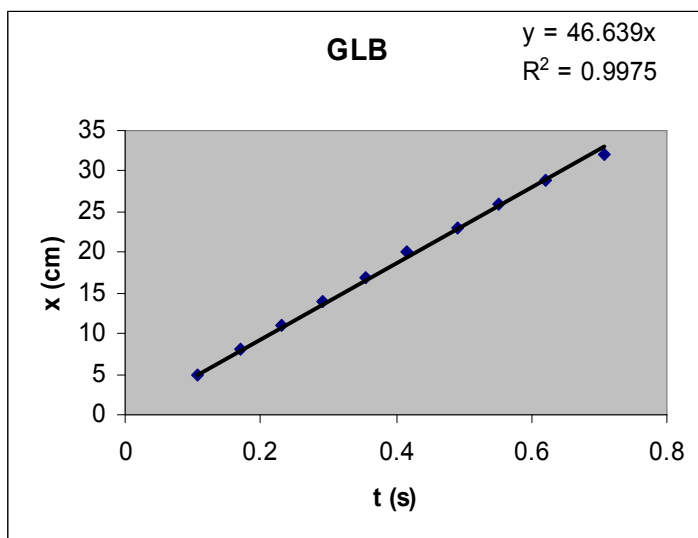
$$R^2 = 0.9985$$

$$R = 0.99925$$

c. Tarikkan ketiga

No	x (cm)	t (s)
1	5	0.107
2	8	0.17
3	11	0.23
4	14	0.293
5	17	0.356
6	20	0.417
7	23	0.49
8	26	0.553
9	29	0.621
10	32	0.709

Dari hasil yang didapat, dapat dibuat grafik hubungan kedudukan terhadap waktu sebagai berikut:



Gambar 9.

Grafik x-t Hasil Percobaan 3 GLB cara Fotoelektrik

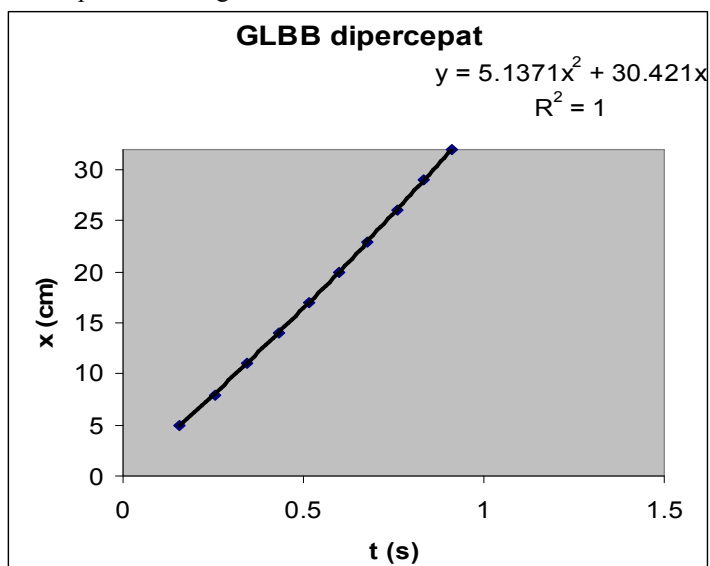
$$R^2 = 0.9975$$

$$R = 0.998749$$

II. Untuk GLBB
a. GLBB dipercepat

No.	x (cm)	t (s)
1	5	0.158
2	8	0.253
3	11	0.342
4	14	0.43
5	17	0.514
6	20	0.598
7	23	0.677
8	26	0.758
9	29	0.835
10	32	0.912

Dari hasil yang didapat, dapat dibuat grafik hubungan kedudukan terhadap waktu sebagai berikut:



Gambar 10.
Grafik x-t Hasil Percobaan GLBB I cara Fotoelektrik.

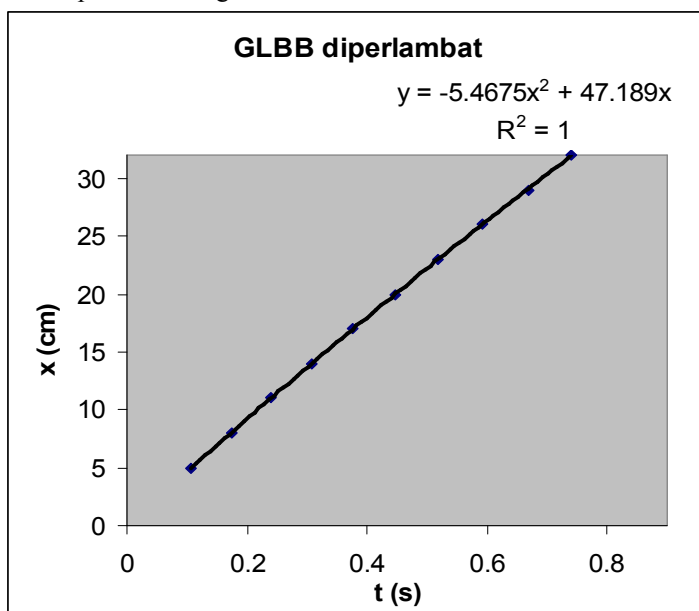
$$R^2 = 1$$

$$R = 1$$

b. GLBB diperlambat

No.	x (cm)	t (s)
1	5	0.106
2	8	0.174
3	11	0.24
4	14	0.308
5	17	0.376
6	20	0.448
7	23	0.517
8	26	0.591
9	29	0.668
10	32	0.741

Dari hasil yang didapat, dapat dibuat grafik hubungan kedudukan terhadap waktu sebagai berikut:



Gambar 11.
Grafik x-t Hasil Percobaan GLBB II cara Fotoelektrik

$$R^2 = 1$$

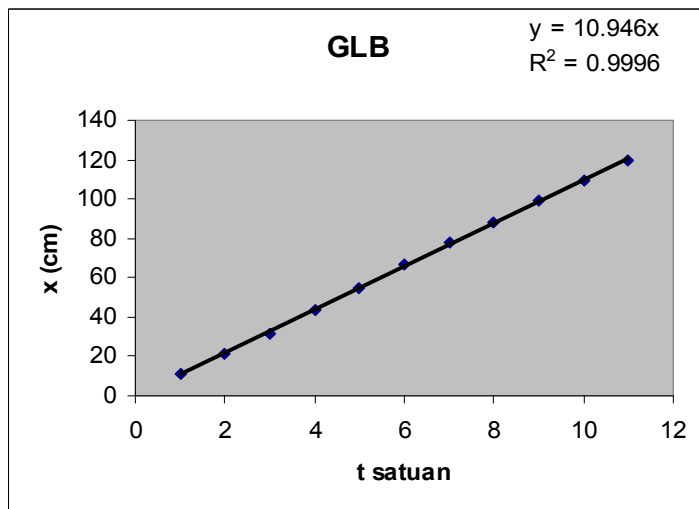
$$R = 1$$

Cara Fotografi

I. Untuk GLB

No	x (cm)	t (satuan)
1	11.28	1
2	21.48	2
3	31.68	3
4	43.68	4
5	55.08	5
6	66.72	6
7	77.52	7
8	88.08	8
9	98.76	9
10	108.96	10
11	119.4	11

Dari hasil yang didapat, dapat dibuat grafik hubungan kedudukan terhadap waktu sebagai berikut:



Gambar 12.

Grafik x-t Hasil Percobaan GLB cara Fotografi

$$R^2 = 0.9996$$

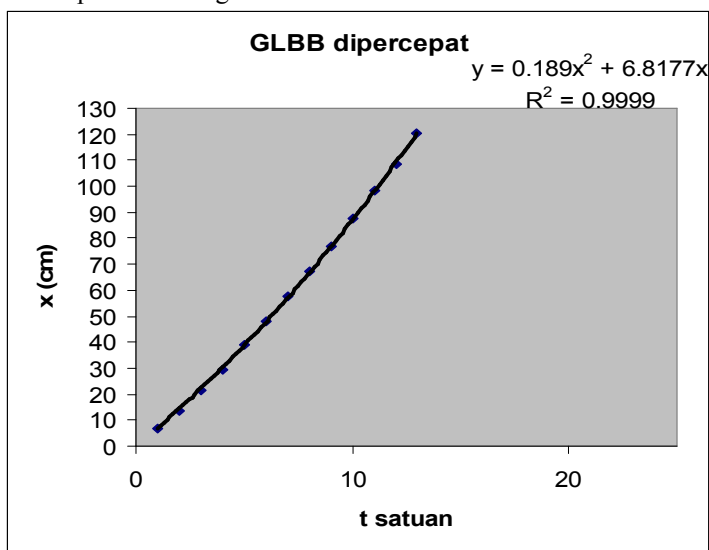
$$R = 0.9998$$

II. Untuk GLBB

a. GLBB dipercepat

No.	x (cm)	t (satuan)
1	6.6	1
2	13.8	2
3	21.48	3
4	29.52	4
5	39.02	5
6	47.92	6
7	57.4	7
8	67	8
9	76.84	9
10	87.4	10
11	98.08	11
12	108.77	12
13	120.17	13

Dari hasil yang didapat, dapat dibuat grafik hubungan kedudukan terhadap waktu sebagai berikut:



Gambar 13.

Grafik x-t Hasil Percobaan GLBB I cara Fotografi

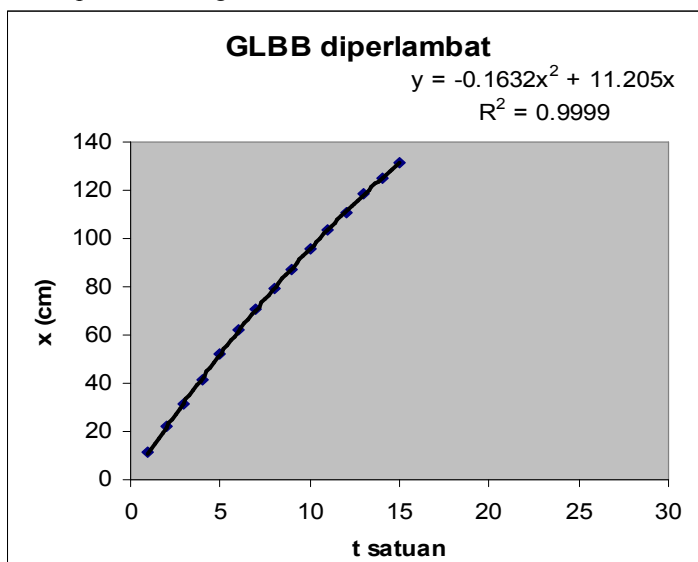
$$R^2 = 0.9999$$

$$R = 0.99995$$

b. GLBB diperlambat

No	x (cm)	t (satuan)
1	11.28	1
2	22.08	2
3	31.56	3
4	41.76	4
5	52.44	5
6	62.04	6
7	70.68	7
8	78.96	8
9	87.24	9
10	95.76	10
11	103.44	11
12	110.52	12
13	118.32	13
14	124.92	14
15	131.52	15
16	138.12	16

Dari hasil yang didapat, dapat dibuat grafik hubungan kedudukan terhadap waktu sebagai berikut:



Gambar 14.

Grafik x-t Hasil Percobaan GLBB II cara Fotografi

$$R^2 = 0.9999$$

$$R = 0.99995$$

Uji R dan Uji F

Uji R digunakan untuk menguji grafik gerak lurus beraturan. Sedangkan uji F digunakan untuk menguji grafik gerak lurus berubah beraturan.

Uji R

I. Cara Fotoelektrik

1. Merumuskan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_A)
 - H_0 : $R = 0$; artinya, tidak ada kecocokkan antara kurva model garis dengan titik pencar yang diperoleh dari data.
 - H_A : $R \neq 0$; artinya, ada kecocokkan antara kurva model garis dengan titik pencar yang diperoleh dari data
2. $N = 10$; $\alpha = 5\%$; $R_{\text{tabel}} = 0.632$
3. Kriteria pengujian:
 - H_0 diterima bila $R_h < 0.632$
 - H_0 ditolak bila $R_h \geq 0.632$
4. Mencari R_h dengan mengakar koefisien determinasi dari grafik (R^2) dari masing-masing data.
 - a. data tarikan pertama $R_h = 0.99975$
 - b. data tarikan kedua $R_h = 0.99925$
 - c. data tarikan ketiga $R_h = 0.998749$
5. Menarik kesimpulan
Karena pada data tarikan pertama, tarikan kedua dan tarikan ketiga didapatkan $R_h > 0.632$, maka disimpulkan bahwa ada kecocokkan antara kurva model garis dengan titik pencar yang diperoleh dari data, bahkan kecocokannya hampir sempurna. Jadi grafik yang diperoleh, memang berupa garis lurus.

II. Cara Fotografi

1. Merumuskan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_A)
 - H_0 : $R = 0$; artinya, tidak ada kecocokkan antara kurva model garis dengan titik pencar yang diperoleh dari data.
 - H_A : $R \neq 0$; artinya, ada kecocokkan antara kurva model garis dengan titik pencar yang diperoleh dari data
2. $N = 10$; $\alpha = 5\%$; $R_{\text{tabel}} = 0.602$
3. Kriteria pengujian:
 - H_0 diterima bila $R_h < 0.602$
 - H_0 ditolak bila $R_h \geq 0.602$
4. Mencari R_h dengan mengakar koefisien determinasi dari grafik (R^2) dari data. Dan didapatkan $R_h = 0.9998$.
5. Menarik kesimpulan.
Karena pada data didapatkan $R_h > 0.602$, maka disimpulkan bahwa ada kecocokkan antara kurva model garis dengan titik pencar yang diperoleh dari data, bahkan kecocokannya

$$= 13$$

$$F_{\text{tabel}} = 3.81$$

3. Menetapkan daerah kritis atau daerah penolakan H_0
 - a. GLBB dipercepat
 H_0 diterima bila $F_h < 4.10$
 H_0 ditolak bila $F_h \geq 4.10$
 - b. GLBB diperlambat
 H_0 diterima bila $F_h < 3.81$
 H_0 ditolak bila $F_h \geq 3.81$
4. Mencari F_h dengan menggunakan persamaan:

$$F_h = \frac{R^2/k}{(1 - R^2)/(N - k - 1)}$$

- a. GLBB dipercepat, didapat:
 $F_h = 49995$
 - b. GLBB diperlambat, didapat:
 $F_h = 64993.5$
5. Menarik kesimpulan.
 Karena pada data GLBB dipercepat dan GLBB diperlambat didapatkan $F_h > F_{\text{tabel}}$, maka disimpulkan bahwa ada kecocokkan antara kurva model parabola dengan titik pencar yang diperoleh dari data. Jadi kurva yang diperoleh membentuk parabola.

Interpretasi dan Diskusi

Interpretasi

Berdasarkan hasil pengujian statistik, grafik yang diperoleh cocok dengan bentuk dari titik pencar yang didapat dari data. Bahkan ada yang kecocokannya sempurna. Kesempurnaan ini dapat dilihat dari hasil R_h -nya yang mendekati 1. Semakin R_h mendekati 1, semakin cocok kurva dengan titik pencarnya. Dengan demikian, percobaan Linear Air Track dengan cara foto elektrik dan cara fotografi dapat digunakan untuk menentukan jenis gerak lurus, yaitu gerak lurus beraturan dan gerak lurus berubah beraturan.

Diskusi

Bentuk grafik yang diperoleh cocok dengan bentuk dari titik pencar yang didapat dari data, sehingga pendayagunaan Linear Air Track dengan cara foto elektrik dan cara fotografi untuk penentuan jenis gerak lurus dapat diterima. Yang perlu diperhatikan saat melakukan percobaan adalah:

- a. Pengamatan saat melakukan percobaan.
- b. Untuk Percobaan Gerak Lurus Beraturan, lintasan harus benar-benar lurus sehingga diperlukan bantuan waterpass.
- c. Untuk percobaan dengan menggunakan cara fotografi, dilakukan ditempat yang gelap. Dan untuk mendapatkan hasil fotografi yang maksimal, maka perlu warna yang kontras antara benda dengan

backgroundnya. Dalam hal ini latar belakangnya lebih baik berwarna hitam.

Kesimpulandan Saran

Kesimpulan.

Setelah melakukan percobaan dan pengujian statistik, percobaan Linear Air Track dengan menggunakan cara foto elektrik dan cara fotografi menghasilkan bentuk grafik yang cocok dengan titik pencar yang didapat dari data. Hal ini berarti, cara foto elektrik dan cara fotografi dengan menggunakan Linear Air Track dapat digunakan untuk menentukan jenis gerak lurus, yaitu gerak lurus beraturan atau gerak lurus berubah beraturan.

Saran

Saran yang diberikan penulis adalah sebagai berikut:

- a. Perlu diadakan penelitian ulang dengan menggunakan lampu strobo yang dapat diubah-ubah frekuensinya. Dengan demikian, untuk cara fotografi dapat diketahui waktu tempuh benda.
- b. Perlu digali lagi pendayagunaan Linear Air Track untuk percobaan lain yang lebih bervariasi, karena masih banyak lagi potensi dari alat Linear Air Track yang dapat digunakan.

Daftar Pustaka

- Arcana, Nyoman. 1996. *Interpretasi dan Korelasi Berganda Edisi II*. Surabaya: Universitas Katolik widya Mandala.
- Foster, Bob. 2003. *Terpadu Fisika SMU. Jilid 1A*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Kanginan, Marthen. 2004. *Fisika untuk SMA Kelas X*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- NN. 1981. *Linear Air Track: Force, Motion, Energy, Momentum and Collision*. England: Griffin.